

© EPODOC / EPO

PN - JP1309328 A 19891213  
PD - 1989-12-13  
PR - JP19890004513 19890111; JP19880010358 19880120  
OPD - 1988-01-20  
TI - METHOD AND APPARATUS FOR PLASMA TREATMENT  
IN - HORIUCHI TAKAO; ARAI IZUMI; TAWARA YOSHIFUMI  
PA - TOKYO ELECTRON LTD  
IC - H01L21/302  
CT - JP61036931 A [ ]; JP61039519 A [ ]; JP64017428 A [ ]

17548 U.S. PTO  
10/760464



© WPI / DERWENT

TI - Plasma etching appts. - includes plasma electrode cooling system and cooling controller

PR - JP19880032099 19880215; JP19880010358 19880120

PN - KR129663 B1 19980406 DW200009 H01L21/302 000pp  
- EP0325243 A 19890726 DW198930 Eng 012pp  
- JP1309328 A 19891213 DW199005 000pp  
- US4963713 A 19901016 DW199044 011pp  
- US5155331 A 19921013 DW199244 B23K9/00 011pp  
- EP0325243 B1 19950927 DW199543 H01J37/32 Eng 015pp  
- DE68924359E E 19951102 DW199549 H01J37/32 000pp

PA - (TKEL ) TOKYO ELECTRON LTD

IC - B23K9/00 ; C23F4/00 ; H01J37/32 ; H01L21/00 ; H01L21/302

IN - ARAI I; HORIUCHI T; TAHARA Y

AB - EP-325243 Etching appts including a vacuum chamber, process gas and plasma-generating electrodes also includes a cooling system for the electrodes, a cooling detector for the electrodes and a system for inhibiting plasma generation in response to a signal from the detector indicating insufficient cooling. The cooling system is pref a cooling gas flowing in a clearance (22) between substrate (13) and the electrode (14) on which the substrate is mounted.  
- USE/ADVANTAGE - Esp in micropatterning semiconductor elements. Electrode cracking is prevented, leading to more uniform etching.(1/6)

EPAB - EP-325243 Etching apparatus, comprising: a lower electrode (14) arranged within a vacuum container (1) for supporting a substrate (13) to be processed; an upper electrode (7) arranged to face said lower electrode, a power supply (26) serving to apply a high frequency voltage between the upper and lower electrodes to

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

generate plasma; a block electrode (4) mounted to the upper electrode; coolant supply means (6, 51) for supplying a coolant to the jacket of said block electrode (4); means arranged to control the flow rate of the supplied coolant on the basis of a temperature change thereof to decrease the amount of deformation of the upper electrode (7); gas supply means (23) for supplying a gas to a clearance formed between the lower electrode (14) and the substrate (13); a pressure detector mounted in a passageway of the gas supply means for detecting the supplied gas pressure; a flow rate adjuster mounted in the passageway of the gas supply means for controlling the gas supply amount; a controller for controlling said flow rate adjuster; a vacuum device for discharging the gas supplied to the clearance between the lower electrode (14) and the substrate (13) to the outside through a by-pass passageway; a control valve mounted in said bypass passageway; and a pressure controller serving to control said control valve on the basis of the pressure detected by said pressure detector so as to control the flow rate and pressure of the gas supplied from the gas supply means to the clearance between the lower electrode (14) and the substrate (13); wherein the supplied gas can be partly discharged to the outside through the by-pass passageway while gas can be supplied in an excessive amount to the clearance between the lower electrode (14) and the substrate (13).

- (Dwg.1/6)

USAB - US4963713 In an etching device, electrodes are arranged in a vacuum container, a process gas in the vacuum container is changed to plasma by electric current applied to the electrodes and a substrate mounted on the electrode is etched by the plasma of the process gas. The device comprises (a) means for cooling the electrodes; (b) means for detecting if the cooling of the electrodes is below a desirable limit; and (c) means for stopping the drive of the plasma generator in response to a detection signal supplied from (b).

- ADVANTAGE - New device can apply uniform etching to a material to be processed by controlling the pressure and flow rate of a cooling gas. (11pp)

- US5155331 Plasma etching equipment has a block electrode (4), which can be raised by a lift system (2), in the upper part of the reaction vessel. The electrode is of e.g. Al and has a passage (5) connected to an external cooling device through pipes (6) for water or air circulation. An upper, e.g. amorphous C, electrode (7) is located under the block electrode with a small space (8) between them. Flow rate or pressure of coolant is controlled during etching to prevent deformation of the electrode.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

- ADVANTAGE - Uniform etching is obtd. Electrode is prevented from cracking. (Dwg.1/6)

OPD - 1988-01-20

CT -

A3...199039;EP0165400;EP0260150;FR2559953;No-SR.Pub;US46  
95700

DS - DE FR GB

AN - 1989-214453 [49]

© PAJ / JPO

PN - JP1309328 A 19891213

PD - 1989-12-13

AP - JP19890004513 19890111

IN - HORIUCHI TAKAO; others:02

PA - TOKYO ELECTRON LTD

TI - METHOD AND APPARATUS FOR PLASMA TREATMENT

- AB - PURPOSE:To prevent cracking of electrodes due to thermal expansion and to improve the durability of an apparatus by supplying a cooling gas to at least one of the electrodes.
- CONSTITUTION:A semiconductor wafer13 is brought into contact with the surface of a lower electrode14 in a treating container 1. Thereafter, the peripheral part of the wafer 13 is compressed with a clamping ring 15. The wafer 13 is supported along the curvature R of the electrode 14. Then, an electrode body 4 is lowered with a lifting mechanism2. The interval between an upper electrode7 and the lower electrode 14 is set at the desired interval for generating plasma. The electrode body4 is formed with a conductive material. A cooling material circulating path5 is formed in the electrode body 4. The upper electrode 7 is attached to the lower part in an electrically connected state with the electrode body4. When the plasma is to be generated, etching gas is supplied into a space8 under the state wherein cooling water is made to flow through the cooling path 5. High frequency power is applied across the electrodes 7 and 14, and the treating gas is turned into plasma.
- I - H01L21/302

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## ⑫ 公開特許公報(A) 平1-309328

⑤Int. Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

④3公開 平成1年(1989)12月13日

H 01 L 21/302

A-8223-5F

B-8223-5F

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全9頁)

⑤4発明の名称 プラズマ処理方法及びその装置

②特 願 平1-4513

②出 願 平1(1989)1月11日

優先権主張 ③昭63(1988)1月20日③日本(JP)③特願 昭63-10358

③昭63(1988)2月15日③日本(JP)③特願 昭63-32099

⑦2発 明 者 堀 内 隆 夫 東京都新宿区西新宿1丁目26番2号 東京エレクトロン株式会社内

⑦2発 明 者 新 井 泉 東京都新宿区西新宿1丁目26番2号 東京エレクトロン株式会社内

⑦2発 明 者 田 原 好 文 東京都新宿区西新宿1丁目26番2号 東京エレクトロン株式会社内

⑦1出 願 人 東京エレクトロン株式 東京都新宿区西新宿1丁目26番2号  
会社

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

プラズマ処理方法及びその装置

## 2. 特許請求の範囲

(1) 処理容器内に設けた電極の少なくとも一方に冷却ガスを所定の流量及び圧力で供給する工程と、上記処理容器内に処理ガスを供給する工程と、上記電極間に所定の電力を印加して上記処理ガスをプラズマ化する工程と、プラズマ化した上記処理ガスにより上記処理容器内に設けられた被処理体に処理を施す工程とを具備したことを特徴とするプラズマ処理方法。

(2) 処理容器内に設けられた電極間に印加した電力により上記処理容器内の処理ガスをプラズマ化し、このプラズマ化した処理ガスによって上記処理容器内に設けた被処理体を処理するプラズマ処理装置において、上記電極の少なくとも一方を冷却する電極冷却手段と、この電極の冷却不良を検出する冷却不良検出手段と、この冷却不良検出手段の冷却不良検出信号に同期して

上記プラズマの発生手段の駆動を停止させるプラズマ発生停止手段とを具備したことを特徴とするプラズマ処理装置。

(3) 電極冷却手段は、被処理体及びこの被処理体を設けている電極間の隙間に冷却ガスを供給する冷却ガス供給手段と、上記冷却ガスの流量及び圧力を所望値に制御する流量圧力制御手段とで構成されていることを特徴とする請求項2記載のプラズマ処理装置。

## 3. 発明の詳細な説明

〔発明の目的〕

(産業上の利用分野)

本発明は、プラズマ処理方法及びその装置に関する。

(従来技術)

近年、各種薄膜のエッチング装置として、ガスプラズマ中の反応成分を利用したプラズマエッチング装置が注目されている。このようなエッチング装置は、半導体素子の複雑な製造工程を簡略にできると共に、自動化することができる。しかも、

このようなエッチング装置は、半導体素子を構成する微細パターンを高精度に形成することができる。

このようなプラズマエッチング装置は、真空装置に連設した気密な処理容器内の下方に、アルミニウム製の電極を設けている。アルミニウム製の電極に対向する上方には、アモルファスカーボン製の電極を備えたアルミニウム製の電極体が設けられている。アモルファスカーボン製の電極とアルミニウム製の電極間には、RF電極が接続されている。アルミニウム製の電極上には、被処理体として例えば半導体ウエハが設定される。そして、RF電源と各電極間に電力を印加する。これと同時に、各電極間に所望の処理ガスを供給する。これによって処理ガスが上記電力によりプラズマ化される。このプラズマ化した処理ガスにより半導体ウエハの表面にエッチングを施すものである。

(発明が解決しようとする課題)

しかしながら、上述のプラズマエッチング装置は、電極間に電力を印加して処理ガスをプラズマ

化する。このプラズマ化の際に発生するエネルギーにより半導体ウエハが加熱される。この加熱によって半導体ウエハ上のレジスト層が破壊されてしまう。そこで、半導体ウエハをエッチングの際に冷却しておく必要がある。例えば特開昭61-206225号公報には、半導体ウエハ等を冷却する技術が開示されている。この技術では、半導体ウエハの周囲を押圧して半導体ウエハを電極に設定する。そして、半導体ウエハと電極の間の中心部から冷却ガスを供給して、半導体ウエハを冷却する。この場合、単に冷却ガスを半導体ウエハの裏面にその中心部から供給している。従って、半導体ウエハの裏面の位置によって冷却ガスの圧力や流量が異なる。その結果、半導体ウエハが電極から浮き上がり、電極との接触面積が小さくなる。そして、半導体ウエハの表面全体に均一なエッチング処理を施すことができない問題があった。

また、従来のプラズマエッチング装置は、両電極に電力を印加する。すると、上方の電極は、150～180℃に加熱されてしまうため、上部のアモ

ルファス・カーボン製電極及びこの電極を備えたアルミニウム製電極体が熱膨張する。この場合、アモルファス・カーボンとアルミニウムは熱膨張係数が異なっているため、アモルファス・カーボン製電極にひび割れが発生する問題があった。

かかる問題を解決するために、電極を冷却する技術が特公昭 62-48758号に開示されている。この技術では、アモルファス・カーボン製電極が冷却されている状態で、両電極間に電力が印加される。このため、電極にひび割れが発生することを防止している。しかし、冷却動作が行われていない状態で電極間に電力が印加されると、依然、熱膨張によって電極にひび割れが発生する問題があった。

本発明は上記点に対処してなされたもので、熱膨張による電極のひび割れを防止することにより耐久性の向上を図り、且つ、高温による被処理体への悪影響を抑止することを可能としたプラズマ処理方法及びその装置を提供しようとするものである。

(発明の構成)

(課題を解決するための手段)

本発明は、処理容器内に設けた電極の少なくとも一方に冷却ガスを所定の流量及び圧力で供給する工程と、上記処理容器内に処理ガスを供給する工程と、上記電極間に所定の電力を印加して上記処理ガスをプラズマ化する工程と、プラズマ化した上記処理ガスにより上記処理容器内に設けられた被処理体に処理を施す工程とを具備したことを特徴とするプラズマ処理方法を得るものである。

また、本発明は、処理容器内に設けられた電極間に印加した電力により上記処理容器内の処理ガスをプラズマ化し、このプラズマ化した処理ガスによって上記処理容器内に設けた被処理体を処理するプラズマ処理装置において、上記電極の少なくとも一方を冷却する電極冷却手段と、この電極の冷却不良を検出する冷却不良検出手段と、この冷却不良検出手段の冷却不良検出信号に同期して上記プラズマの発生手段の駆動を停止させるプラズマ発生停止手段とを具備したことを特徴とする



プラズマ処理装置を得るものである。

更にまた、本発明は、電極冷却手段は、被処理体及びこの被処理体を設けている電極間の隙間に冷却ガスを供給する冷却ガス供給手段と、上記冷却ガスの流量及び圧力を所望値に制御する流量圧力制御手段とで構成されていることを特徴とするプラズマ処理装置を得るものである。

#### (作用効果)

即ち、本発明によれば、電極の冷却不良を検出すると、冷却不良検出信号に同期してプラズマの発生を停止する。そして、プラズマを発生させるために電極に印加する電力によって生じる電極の異常加熱を防止する。この結果、例えば熱膨張係数の極端に異なる材質の結合により構成した電極の熱膨張によるひび割れを抑止し、装置の耐久性を向上させることができると共に電極交換作業を減少することが可能となる。この電極のひび割れを抑止することにより、処理容器内の汚染を防止することができる。

また、被処理体及びこれを載置している電極間

の隙間に供給する冷却ガスの流量及び圧力を制御して、上記被処理体を冷却することにより、被処理体の各点における温度を均一にする。この状態で被処理体にプラズマ処理を施すので、この被処理体の処理均一性を向上させ、被処理体への悪影響を抑止することが可能となる。

#### (実施例)

以下、本発明を半導体ウエハのエッチング処理に適用した一実施例につき、図面を参照して説明する。

まず、エッチング装置の構成を説明する。

第1図に示すように、導電性材質例えばアルミニウム製で表面をアルマイト処理し、内部を気密に保持する如く構成された処理容器(1)内の上部には、昇降機構(2)例えばエアシリンダーやボールネジ等と連結棒(3)を介して昇降可能な電極体(4)が設けられている。この電極体(4)は導電性材質例えばアルミニウム製で表面にアルマイト処理を施している。この電極体(4)には電極冷却手段が備えられている。この冷却手段は、例えば電極体(4)内部

に循環する流路(5)を形成している。この流路(5)に接続した配管(6)を介して上記処理容器(1)外部に設けられた冷却装置(図示せず)に連設し、液体例えば水を所定温度に制御して循環する構造となっている。この冷却手段は、液体を冷却制御する液冷とせずに気体を冷却循環させる強制空冷、上記電極体(4)に接して設けた放熱フィン(図示せず)による自然空冷、上記電極体(4)内部にペルチェ効果素子を設けた電氣的冷却機構でも同様に行なうことができる。このような電極体(4)の下面には例えばアモルファス・カーボン製上部電極(7)が、上記電極体(4)と電氣的接続状態で設けられている。この上記電極(7)と電極体(4)との間には多少の空間(8)が形成され、この空間(8)にはガス供給管(9)が接続している。このガス供給管(9)は、処理容器(1)外部のガス供給源(図示せず)からの処理ガス例えばアルゴンやフロン等を、空間(8)に供給自在としている。この空間(8)に供給された処理ガスを上部電極(7)を介して処理容器(1)内部へ流出する如く、上部電極(7)には複数の孔(10)が形成されている。

この上部電極(7)及び電極体(4)の周囲には絶縁リング(11)が設けられている。この絶縁リング(11)の下面から上部電極(7)下面周縁部に伸びたシールドリング(12)が配設されている。このシールドリング(12)は、エッチング処理される被処理体例えば半導体ウエハ(13)とほぼ同じ口径にプラズマを発生可能な如く、絶縁体例えば四弗化エチレン樹脂製で形成されている。また、半導体ウエハ(13)は上記上部電極(7)と対向する位置に設けられた下部電極(14)表面に設定自在となっている。この下部電極(14)は例えばアルミニウム製で表面にアルマイト処理を施してある平板状のものである。この下部電極(14)の上表面は曲面Rに形成されており、これは、中心部から周縁部にかけて傾斜している。この曲面Rの理想的実施例は等分布曲面である。この曲面は均一エッチングを可能にする。即ち、ウエハ裏面の全面を電極への接触を可能とするためである。この下部電極(14)の周縁部にはクランプリング(15)が配設される。半導体ウエハ(13)の周縁部を下部電極(14)の曲面に形成した表面に当

接される如く半導体ウエハ(13)の口径に適應させている。このクランプリング(15)は例えばアルミニウム製で表面にアルマイト処理を施して絶縁性のアルミナの被覆を設けたものである。このクランプリング(15)は図示しない昇降機構で所定圧力で上記半導体ウエハ(13)を押圧自在としている。また、下部電極(14)には鉛直方向に貫通した例えば4箇所の貫通口(16)が形成されている。この貫通口(16)内には昇降自在なリフターピン(17)が設けられている。このリフターピン(17)は、例えばSUS(ステンレス・スチール)で形成され、4本のリフターピン(17)が接続した板(18)を昇降機構(19)の駆動により昇降自在となっている。この場合、板(18)は昇降機構(19)が駆動していないと、コイルスプリング(20)により下方へ付勢されている。リフターピン(17)は先端は下部電極(14)表面より下降している。貫通口(16)には冷却ガス流導管(21)が接続している。この冷却ガス流導管(21)は、半導体ウエハ(13)周縁部に位置する下部電極(14)表面に設けられた複数個例えば16個の開

口(22)に連通している。この開口(22)及び貫通口(16)から半導体ウエハ(13)裏面に冷却ガス例えば冷却されたヘリウムガスを供給自在な如く、処理容器(1)下部に冷却ガス導入管(23)が設けられ、図示しない冷却ガス供給源に連設している。

また、下部電極(14)に電力を印加する場合、上記上部電極(7)と同様に高温となる。このため、この下部電極(14)にも電極冷却手段例えば下部電極(14)下面に接して流路(24)が設けられている。この流路(24)に接続した配管(25)に連設している例えば液冷装置(図示せず)により冷却液例えば冷却水の循環による冷却手段が設けられている。この下部電極(14)の冷却も上部電極(7)の冷却と同様に強制空冷、自然空冷、電氣的冷却等でも同様に行なうことができる。このような下部電極(14)と上部電極(7)はRF電源(26)に電氣的接続状態となっている。また、下部電極(14)の側部から処理容器(1)の内面までの隙間に排気孔(27)を備えた排気リング(28)が嵌合している。この排気リング(28)下方の処理容器(1)側壁に接続した排気管(29)を介し

て図示しない排気装置等により処理容器(1)内部の排気ガスを排気自在としている。このようにしてエッチング装置(30)が構成されている。

次に、上述したエッチング装置の動作作用及びエッチング方法を説明する。

まず、処理容器(1)の図示しない搬入部に設けられたウエハカセットから被処理体例えば半導体ウエハ(13)を予め定められたプログラムで取り出し、図示しないロードロック室を介して処理容器(1)内に搬入する。そして、下部電極(14)に形成された貫通口(16)から昇降自在なリフターピン(17)を昇降機構(19)により上昇させた状態で処理容器(1)内の電極(14)上方に半導体ウエハ(13)を受け取る。そして、リフターピン(17)を下降(電極(14)が上昇してもよい)させて下部電極(14)の表面に当接させる。そして、上記半導体ウエハ(13)の周縁部をクランプリング(15)により下部電極(14)方向へ押圧して上記電極(14)の曲面Rに沿って保持する。この時、この下部電極(14)の表面は上記曲面Rに形成されている。このため、半導体ウエハ(13)の

前処理により発生した半導体ウエハ(13)のそり即ちたわみを有しているものであっても下部電極(14)表面へ半導体ウエハ(13)の当接裏面のほぼ全面が均一に接することができる。そして、処理容器(1)内部を気密に保持し、内部を所望の真空状態に設定する。この真空動作は、周知である予備室(ロードロック室)の使用により半導体ウエハ(13)搬送時に予め実行しておいてもよい。

次に、昇降機構(2)により連結棒(3)を介して電極体(4)を下降させ、上部電極(7)と下部電極(14)の間隔をプラズマ発生の電圧の間隔例えば数mm程度に設定する。そして、図示しないガス供給源よりエッチング処理ガス例えばフロンガス、アルゴンガス等をガス供給管(5)を介して空間(8)へ供給する。この空間(8)へ供給された処理ガスは上部電極(7)に設けられた複数の孔(10)から半導体ウエハ(13)表面へ流出する。同時に、RF電源(26)により上部電極(7)と下部電極(14)との間に高周波電力を印加して上記処理ガスをプラズマ化する。このプラズマ化した処理ガスにより半導体ウエハ(13)の

エッチングを行なう。この時、高周波電力の印加により上部電極(7)及び下部電極(14)が高温となる。上部電極(7)が高温となると当然熱膨張が発生する。この場合、この上部電極(7)の材質はアモルファス・カーボン製でありこれと当接している電極体(4)はアルミニウム製であるため、熱膨張係数が異なりひび割れが発生する。このひび割れの発生を防止するために、予め電極体(4)内部に形成された流路(5)に配管(6)を介して連設している冷却装置(図示せず)から冷却水を流し、間接的に上部電極(7)を冷却している。また、下部電極(14)が高温となっていくと、半導体ウエハ(13)の温度も高温となる。このため、この半導体ウエハ(13)表面に形成されているレジストパターンを破壊し、不良を発生させる等の悪影響を与える恐れがある。そのため下部電極(14)も上部電極(7)と同様に、下部に形成された流路(24)に配管(25)を介して連設している冷却装置(図示せず)から冷却水等を流すことにより冷却している。この冷却水は、半導体ウエハ(13)を一定温度で処理するために20~80℃程度に

制御している。また、半導体ウエハ(13)もプラズマの熱エネルギーにより加熱されるため、下部電極(14)に形成されている複数例えば周辺16箇所の開口(22)及び中心付近4箇所の貫通口(16)から、冷却ガス流導管(21)、冷却ガス導入管(23)を介して冷却ガス供給源(図示せず)から冷却ガス例えばヘリウムガスを半導体ウエハ(13)裏面へ供給して冷却している。この時、開口(22)及び貫通口(16)は半導体ウエハ(13)の設定により封止されている。しかし、実際には半導体ウエハ(13)と下部電極(14)表面との間には微小な隙間が生ずる。この隙間に冷却されたヘリウムガスを供給して半導体ウエハ(13)を冷却している。このヘリウムガスの圧力及び流量の最適値を求めるための特性例を第2図A、第2図B、第2図Cに示す。これは処理容器(1)内の真空度を2.4Torr、RF電極(26)の出力を500W、反応ガスであるフロンガス流量を80cc/min・アルゴンガス流量を500cc/minと設定する。冷却ガスであるヘリウムガス流量を3cc/min(第2図A)、5cc/min(第2図B)、

8cc/min(第2図C)と変化させ、上記半導体ウエハ(13)表面の中心部(C)、周縁部2箇所(E<sub>1</sub>)(E<sub>2</sub>)の温度を測定したものである。この特性例から第2図Bに示すヘリウムガス流量が5cc/minの時のヘリウムガスの圧力が7.5Torrにおいて半導体ウエハ(13)の各点C、E<sub>1</sub>、E<sub>2</sub>の温度が一定となり、エッチング均一となる流量及び圧力であることが判かる。

このような冷却ガス即ちヘリウムガスの制御機構例を第3図に示す。まず、流量調節器コントローラ(31)で所望するヘリウムガスの流量に調整し、これに連動して流量調節器(32)がガス供給源(33)から流導されるヘリウムガスを上記調節した流量に自動設定する。この流量調節されたヘリウムガスは、ソレノイド(34a)により開閉自在であるバルブ(35)を介してエッチング装置(30)内部の冷却ガス導入管(23)に配管(36)を介して連設し、半導体ウエハ(13)裏面へ供給している。この配管(36)には、上記流導されるヘリウムガスの圧力を検出するための圧力モニター(37)例えばマノメーター

が配設している。検出した圧力情報を圧力コントローラ(38)へ入力している。この圧力コントローラ(38)は、入力された圧力情報を基にコントロールバルブ(39)を開閉制御自在とし、これは真空装置(40)に連設している配管(41)の途中に介在し、ソレノイド(34a)によりバルブ(35)と共に一体駆動されるバルブ(42)を介して配管(36)に接続している。このようなコントロールバルブ(39)を駆動することにより所望圧力に設定する。また、半導体ウエハ(13)の処理後にこの半導体ウエハ(13)裏面と、処理容器(1)内との圧力を同圧にするための配管(43)が処理容器(1)と配管(36)の間に接続している。この配管(43)の途中にはソレノイド(34b)により連動されるバルブ(44)が介在しており、圧力を同圧とする時にバルブ(44)が開く。この時、ソレノイド(34a)とソレノイド(34b)は反転動作するように構成し、ヘリウムガスの供給を停止すると同時に、半導体ウエハ(13)裏面と処理容器(1)内部を同圧とする。

このように、半導体ウエハ(13)裏面に供給する

冷却ガスの圧力及び流量を制御することによりエッチングの均一性を向上させることができる。しかし、この均一性は半導体ウエハ周縁部を押圧するクランプリングの押圧力及び下部電極(14)表面に設けられた開口(22)の位置にも影響される。これは、第4図Aに示すように下部電極(14)表面の中心付近の4箇所(16)に開口(22)を設けた場合の特性例を第4図Bに示し、また、第5図Aに示すように下部電極(14)の中心付近の4箇所及び周縁部の16箇所に開口(22)を設けた場合の特性例を第5図Bに示す。この第4図B及び第5図B共に処理容器(1)内の圧力即ち真空度を2.4Torr、RF電源(26)の出力を500W、処理ガスであるフロンガス流量を80cc/min・アルゴンガス流量を500cc/min、上部電極(7)の温度を20℃、下部電極(14)の温度を8℃以下に設定し、第4図Aの下部電極(14)の冷却ガス流量を2cc/min、圧力を10Torr、第5図Aの下部電極(14)の冷却ガス流量を5cc/min、圧力を7.5Torrとして上記クランプリング(15)の駆動圧を変化させた時の半導体ウエハ(13)表面の

中心(C)1箇所及び周縁部(E<sub>1</sub>)(E<sub>2</sub>)2箇所の温度分布を測定したものである。この第4図B及び第5図Bの特性例から判かるように下部電極(14)周縁部にも開口(22)を設けた構成の下部電極(14)が、より半導体ウエハ(13)の温度分布が均一となっている。更にクランプリング(15)設定圧が6.0kg/cm<sup>2</sup>の時、半導体ウエハ(13)の各点C、E<sub>1</sub>、E<sub>2</sub>において温度が一定となっていることが判かる。

このようにプラズマの発生等により半導体ウエハ(13)が加熱されてエッチングの均一性が低下することを冷却ガスの供給により一定の温度分布としてエッチングの均一性を向上させている。

尚、エッチング後の排ガス及び半導体ウエハ(13)搬送時の処理容器(1)内の排気は、排気リング(28)に設けられた排気孔(27)及び排気管(29)を介して処理容器(1)外部に設けられた排気装置(図示せず)により適宜排気される。

上記実施例では冷却ガスを半導体ウエハ裏面に供給する開口を中心部4箇所及び周縁部16箇所に設けた下部電極を例に上げて説明したが、上記開

口数に限定するものではない。また、中心部の4箇所からの冷却ガスの供給は、リフターピンが昇降する貫通口を使用した。別系統に分割しても同様な効果を得ることができる。

以上述べたようにこの実施例によれば、被処理体とこれを設定している電極との隙間に供給する冷却ガスの流量及び圧力を制御して供給し、被処理体を冷却することにより、被処理体の各点における温度を均一化し、エッチングの均一性を向上させることができる。また、冷却ガスの圧力及び流量をモニターすることにより所望値に一定制御することができ、また、冷却ガスが故障等により供給が停止した場合でも検出することができ、何れかの対処をすることが可能なため上記半導体ウエハの歩留まりの低下を防止することができる。なお、実施例では、冷却手段(45)により上部電極の冷却を実行している。この場合、第6図に示す如く、この上部電極の冷却不良を検出する手段例えば、配管(4)の途中にフロースイッチ(46)を設け、このフロースイッチ(46)で配管(4)中を流れる冷却

水の流量から設定範囲内の流量であるかの検出、若しくは冷却水の流れの有無を検出し、設定値から外れた場合にプラズマの発生を停止する手段を設けても良い。このプラズマの発生を停止する手段としては、例えばフロースイッチ(46)で上記検出を行ない、設定値或いは設定範囲から外れた場合にフロースイッチ(46)のスイッチ部を開いて、RF電源からの電力を切断してエッチング処理に必要なプラズマ放電を停止させる構成とする。この時、液体を冷却制御する液冷とせずに、気体を冷却循環させる強制空冷、上記電極体(4)に接して設けた放熱フィン(図示せず)による自然空冷、上記電極体(4)内部にペルチェ効果素子を設けた電気的冷却等を行ない、強制空冷の場合は気体流量のモニターによる冷却不良の検出、自然空冷の場合は電極体(4)温度のモニターによる冷却不良の検出、電気的冷却の場合は冷却素子の温度モニターや供給電力のモニターによる冷却不良の検出等、何れの構成でも同様に実行することができる。

この場合、下部電極(14)と、上部電極(7)はRF電

源(26)に電氣的接続状態で、上部電極(7)はRF電源(26)との間に上記フロースイッチ(46)を介している。このフロースイッチ(46)が上部電極(7)の冷却不良を検出した場合にRF電源(26)の電力の供給を切斷する構成となっている。

このように、上部電極(7)及び下部電極(14)は夫々冷却制御され、安定したエッチング処理を行なうことができる。しかし、上部電極(7)の冷却が不良であると、ひび割れの発生や、放射熱による半導体ウエハ(13)の温度変動等の悪影響が発生する。そして、歩留まりの低下を招く恐れがある。そこで、電極体(4)の冷却不良を検出する手段例えば配管(5)の途中にフロースイッチ(46)を設け、このフロースイッチ(46)で上記配管(5)中を流れる冷却水の流量から設定範囲内の流量であるかの検出、若しくは、冷却水の流れの有無を検出し、設定値から外れた場合にプラズマの発生を停止する手段を備えている。このプラズマの発生を停止する手段は例えばフロースイッチ(46)で上述の検出を行ない、設定値或いは設定範囲から外れた場合にフロ

ースイッチ(46)のスイッチ部を開いてRF電源(26)からの電力の供給を停止して、エッチング処理に必要なプラズマ放電を停止させてしまう。この電力供給の停止により上記ひび割れやエッチング時の悪影響を抑止する。このエッチング処理を停止した場合、アラーム音及びアラーム表示等でオペレーターへ報告する構成としてもよい。

また、ここでは、冷却不良を検出する手段としてフロースイッチで配管中を流れる冷却水の流量から設定範囲内の流量であるかの検出、若しくは冷却水の流れの有無を検出することにより冷却不良を検出するものについて説明した。しかし、これに限定するものではなく、例えば電極体或いは上部電極にサーミスタ熱電対・サーモグラフィ等の温度検出機構を設け、この機構で温度をモニターして所定範囲から外れた場合にプラズマの発生を停止する構成としても同様な効果を得ることができる。

また、本発明のプラズマ処理装置は、CVD装置、イオン注入装置、スパッタリング装置、アッシン

グ装置等に適用しても同様な効果を得ることができるのは勿論である。

以上のように第6図に示したエッチング装置では、被処理体を設定可能な電極と対向配置する電極を備えた電極体を冷却手段により冷却し、この電極体の冷却不良を検出する手段で上記電極体の冷却不良を検出した場合、これに連動してプラズマの発生を停止即ち電力の供給を停止し、電力印加による上記電極の異常加熱を防止する。この異常加熱の防止により、例えば熱膨張係数の極端に異なる材質の結合により構成した電極体の熱膨張による電極のひび割れを抑止し、装置の耐久性の向上を可能とする。また、異常加熱の防止及び冷却手段による上部電極の温度制御により被処理体温度を一定に保つことができ、エッチング処理に悪影響を与えることはない。

#### 4. 図面の簡単な説明

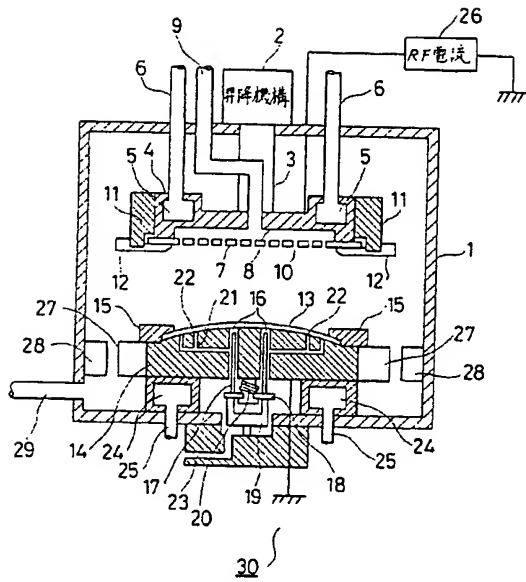
第1図は本発明方法及びその装置の一実施例を説明するためのエッチング装置の構成図、第2図は第1図の冷却ガスの流量及び圧力を変化させた

時の半導体ウエハ表面温度を示す曲線図、第3図は第1図の冷却ガスの流量及び圧力の制御系説明図、第4図及び第5図は第1図の冷却ガスを供給する開口位置説明図、第6図は第1図の冷却手段説明図である。

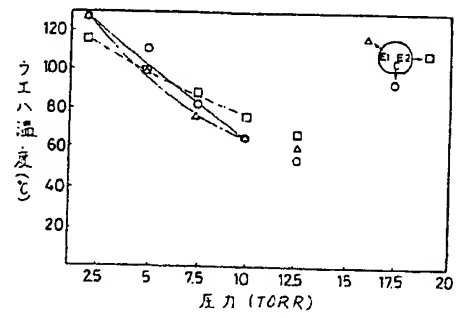
- |                |           |
|----------------|-----------|
| 4…電極体          | 5…流路      |
| 7…上部電極         | 13…半導体ウエハ |
| 14…下部電極        | 24…流路     |
| 31…流量調節器コントローラ |           |
| 32…流量調節器       | 37…圧力モニター |
| 38…圧力コントローラ    | 45…冷却手段   |
| 46…フロースイッチ     |           |

特許出願人 東京エレクトロン株式会社

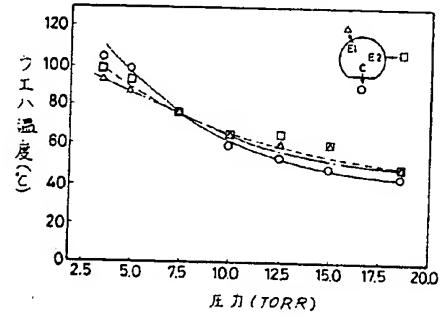
第 1 図



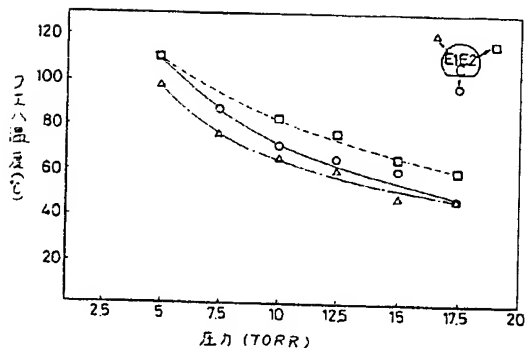
第 2 図 A



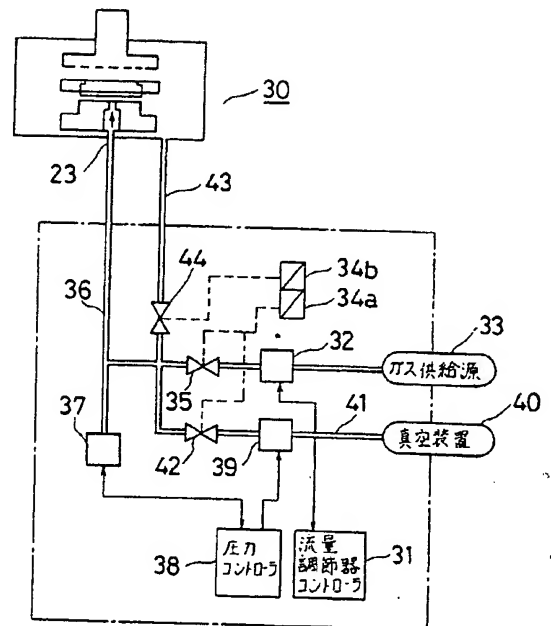
第 2 図 B



第 2 図 C

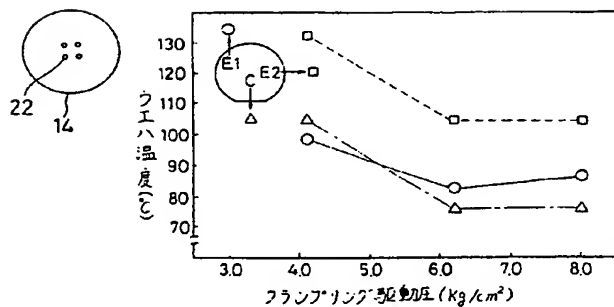


第 3 図



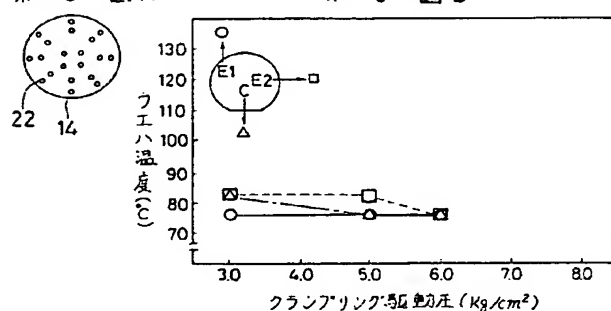
第 4 図 A

第 4 図 B

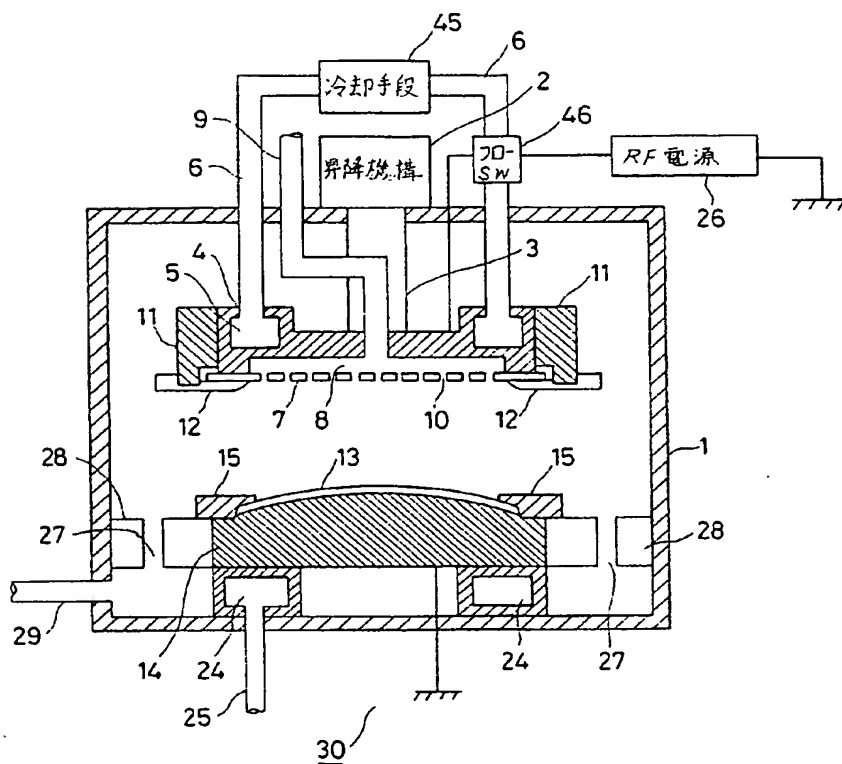


第 5 図 A

第 5 図 B



第 6 図



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**